

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/Mei 2009

## EBB 222/4 - Physical Metallurgy [Metalurgi Fizikal]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains SIX printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains SEVEN questions. TWO questions in PART A, TWO questions in PART B and THREE questions in PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. DUA soalan di BAHAGIAN A, DUA soalan di BAHAGIAN B dan TIGA soalan di BAHAGIAN C.]

**Instruction:** Answer FIVE questions. Answer ONE question from PART A, ONE question from PART B, ONE question from PART C and TWO questions from any sections. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jawab SATU soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B, SATU soalan dari BAHAGIAN C dan DUA soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

**PART A**

**BAHAGIAN A**

1. [a] What are the outstanding properties of aluminium?

*Apakah sifat-sifat utama yang ada pada aluminium?*

(30 marks/markah)

- [b] Explain why some aluminium alloys respond to heat treatment and some do not. Examples.

*Terangkan mengapa sesetengah aloi aluminium boleh dirawat haba manakala sesetengahnya tidak boleh. Berikan contoh.*

(40 marks/markah)

- [c] The oldest of all the heat treatable aluminium alloys is duralumin (2017). Why do aluminium alloy 2017 rivets have to be refrigerated until used?

*Aloi aluminium yang boleh dirawat haba yang paling awal adalah duralumin (2017). Mengapa rivet aloi aluminium 2017 mesti disimpan dalam peti sejuk sehingga diguna?*

(30 marks/markah)

2. [a] Copper and most copper alloys are not affected by heat treatment. Why?

*Kuprum dan kebanyakan aloi kuprum tidak boleh dirawat haba. Mengapa?*

(30 marks/markah)

- [b] Discuss the effect on ductility, strength and corrosion resistance of copper by increasing additions of zinc.

*Bincangkan kesan ke atas kemuluran, kekuatan dan kerintangan kakisan kuprum dengan peningkatan tambahan zink.*

(70 marks/markah)

**PART B****BAHAGIAN B**

3. [a] During the solidification process, how does the degree of undercooling affect the critical nucleus size? Assume homogenous nucleation.

*Bagaimanakah tahap pendingin kurang mempengaruhi saiz kritikal nukleus semasa proses pemejatan berlaku? Andaikan penukleusan homogen.*

(25 marks/markah)

- [b] Explain the possible temperature profile of the solid-liquid interface during the metal solidification process? How does the temperature profile influence the morphology of the solid-liquid interface? Support your explanation with suitable diagrams.

*Terangkan profil suhu yang mungkin berlaku pada antaramuka pepejal-cecair ketika berlangsungnya proses pemejatan. Bagaimanakah profil suhu ini mempengaruhi morfologi antaramuka pepejal-cecair? Sokong penjelasan anda dengan rajah yang sesuai.*

(35 marks/markah)

- [c] Determine the tensile stress that must be applied to the  $[1\bar{1}0]$  axis of a high-purity copper single crystal to cause slip on the  $(1\bar{1}\bar{1})[0\bar{1}1]$  system. The resolved shear stress for the crystals is 0.70 MPa.

*Tentukan tegasan tegangan yang perlu dikenakan ke atas paksi  $[1\bar{1}0]$  bagi satu hablur tunggal kuprum tulen untuk memulakan gelinciran pada sistem  $(1\bar{1}\bar{1})[0\bar{1}1]$ . Tegasan ricih terlerai bagi hablur ialah 0.70 MPa.*

(40 marks/markah)

4. [a] What are primary solid solutions and secondary solid solutions (intermediate phases)? Explain general rules to predict the extent of the primary solid solution.

*Apakah larutan pepejal primer dan larutan pepejal sekunder (fasa perantaraan)?  
Terangkan peraturan umum untuk meramalkan pembentukan larutan pepejal primer.*

*(40 marks/markah)*

- [b] Explain what will happen if an order-disorder alloy is (a) quenched from high temperature to room temperature, and (b) slowly cooled to room temperature.

*Apakah yang akan berlaku sekiranya satu aloi tertib-tidak tertib di (a) lindapkejut dari suhu tinggi ke suhu bilik, dan (b) disejuk secara perlahan ke suhu bilik.*

*(20 marks/markah)*

- [c] Estimate the size of the largest interstitial site available in face centered cubic (FCC) iron. In FCC iron,  $a = 3.654 \text{ \AA}$ .

*Anggarkan saiz celahan terbesar yang boleh didapati dalam satu kubik berpusat muka besi. Bagi besi KBM,  $a = 3.654 \text{ \AA}$ .*

*(40 marks/markah)*

**PART C**

**BAHAGIAN C**

5. [a] Explain how a material gains strength by cold-working. You may explain based on strain hardening effect.

*Jelaskan bagaimana bahan meningkatkan kekuatannya dengan kerja sejuk. Anda boleh menerangkan berdasarkan kesan pengerasan terikan.*

(50 marks/markah)

- [b] As a metal is being cold worked, it may break easily due to its brittleness. Explain steps needed to soften the metal. Use sketches and microstructure descriptions.

*Apabila bahan ataupun logam dikerjasejuk, ia akan mudah patah disebabkan oleh kerapuhannya. Terangkan langkah-langkah yang diperlukan untuk melembutkan bahan ataupun logam tersebut. Gunakan lakaran dan mikrostruktur yang bersesuaian.*

(50 marks/markah)

6. [a] Explain the mechanism of Bainitic transformation.

*Jelaskan mekanisme transformasi Bainitik.*

(30 marks/markah)

- [b] Distinguish between thermal martensite and isothermal martensite.

Bezakan di antara martensit termal dan martensit isothermal.

(30 marks/markah)

- [c] Explain what is the meaning of inter lamellar spacing of pearlite. Discuss the parameters which control the inter lamellar spacing.

*Jelaskan apakah yang dimaksudkan jarak antara-lamella bagi pearlit. Bincangkan parameter-parameter yang mengawal jarak antara-lamella.*

(40 marks/markah)

7. [a] What are  $M_s$  and  $M_f$  temperatures? Explain in detail with a help of appropriate sketches.

*Apakah suhu  $M_s$  dan  $M_f$  Terangkan dengan terperinci dengan bantuan lakaran yang bersesuaian.*

(50 marks/markah)

- [b] Distinguish between CCT & TTT diagrams. Sketch typical diagrams in your explanation.

*Bezakan di antara gambarajah CCT dan TTT. Lakarkan gambarajah tersebut dalam penerangan anda.*

(50 marks/markah)